

6. Сахно Е. Ю. Механическая обработка неуравновешенных деталей инструментом с пластинками из СТМ / Е. Ю. Сахно, Д. Ю. Федориненко // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2001. – № 2. – С. 78–81.

7. Сахно Є. Ю. Механічна обробка незрівноважених деталей на токарному верстаті з гідростатичними опорами / Є. Ю. Сахно, В. С. Волик // Вісник двигунобудування. – 2006. – № 2. – С. 129–133.

8. Станки металлорежущие. Образцы-изделия для проверки точности обработки. Общие технические требования : ГОСТ 25443-82. – Введ. 1982–09–09. – М. : Издательство стандартов, 1983. – 5 с.

9. Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность : ГОСТ 8-82. – Введ. 1983–07–01. – М. : Издательство стандартов, 1983. – 11 с.

10. Станки металлорежущие. Схемы и способы измерений геометрических параметров : ГОСТ 22267-76. – Введ. 1988–01–01. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 141 с.

11. Станки токарно-винторезные и токарные. Основные размеры. Нормы точности : ГОСТ 18097-93. – Введ. 1996–07–01. – М. : Издательство стандартов, 2005. – 24 с.

12. Струтинський В. Б. Автоматичне центрування незрівноважених роторів технологічних систем : монографія / В. Б. Струтинський, Є. Ю. Сахно. – Чернігів : ЧДІЕУ, 2004. – 198 с.

13. Струтинський В. Б. Статистична динаміка шпиндельних вузлів на гідростатичних опорах : монографія / В. Б. Струтинський, Д. Ю. Федориненко. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2011. – 464 с.

14. Тихомиров В. Б. Планирование и анализ эксперимента / В. Б. Тихомиров. – М. : Лёгкая индустрия, 1974. – 262 с.

УДК 621.914.3

О.О. Степаненко, канд. техн. наук

М.Ю. Манжола, аспірант

Ю.М. Кузнєцов, д-р техн. наук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОНУВАНЬ НАСТІЛЬНИХ ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК НА ЯКІСТЬ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

А.А. Степаненко, канд. техн. наук

М.Ю. Манжола, аспірант

Ю.Н. Кузнєцов, д-р техн. наук

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНОВОК НАСТОЛЬНЫХ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Oleksandr Stepanenko, PhD in Technical Sciences

Maryna Manzhola, PhD student

Yurii Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

RESEARCH OF THE EFFECT OF CONFIGURATIONS OF DESKTOP CNC MILLING MACHINES ON THE QUALITY OF PROCESSING PARTS

Робота пов'язана з порівнянням оцінювання якості оброблення на верстатах різних конфігурацій. Для цього здійснено вимірювання серії зразків. У результаті цифрового оброблення даних аналого-цифрового перетворювача (АЦП) кругломіра та профілометра отримано круглограми та профілограми вимірюваних деталей. Проведено порівняння результатів вимірювань та визначено максимальну величину амплітуди мікронерівностей профілю кожної деталі. Під час порівняння трьох конфігурацій верстатів було підраховано середньоарифметичну величину амплітуди мікронерівностей для кожної групи деталей (за матеріалом і формою поверхні). Отримані результати досліджень дають уявлення про вплив конфігурації верстата на якість оброблення деталей і дозволяють зробити раціональний вибір конфігураційних особливостей верстата на етапі виготовлення дослідного зразка.

Ключові слова: якість оброблення деталей, конфігурація верстата, механізми паралельної структури, каркасна несуча система.

Работа связана с сравнением оценки качества обработки на станках различных конфигураций. Для этого осуществлены измерения серии образцов. В результате цифровой обработки данных аналого-цифрового преобразователя

(АЦП) кругломера и профилометра получен ряд круглограм и профилограмм измеренных деталей. Проведено сравнение результатов измерений и определена максимальная величина амплитуды микронеровностей профиля каждой детали. При сравнении трех компоновок станков была высчитана среднеарифметическая величина амплитуды микронеровностей для каждой группы деталей (по материалу и форме поверхности). Полученные результаты исследований дают представление о влиянии компоновки станка на качество обработки деталей и позволяют сделать рациональный выбор компоновочных особенностей станка на этапе изготовления опытного образца.

Ключевые слова: качество обработки деталей, компоновка станка, механизмы параллельной структуры, каркасная несущая система.

Work involves comparing the quality assessment machining different layouts. For this series of measurements carried out the samples. As a result, digital data processing analog-to-digital converter (ADC) of profilometer and kruglomir received a kruglograms and profilograms details measurement. A comparison of the results of measurements and determine the maximum amplitude of surface roughness of each detail. When comparing the three layouts of machines arithmetic mean was calculated for each asperities amplitude component group (on the material and shape of the surface). The obtained results give an idea of the impact on the quality of the layout of the machine parts processing and allow us to make a rational choice of layout features of the machine during manufacture of the prototype.

Key words: quality of machining, machine layout, the mechanisms of parallel structure, frame support system.

Постановка проблеми. Під час проектування верстата основними вимогами є швидкість і якість оброблення деталей. На якість оброблення суттєво впливає компоновання і конструктивна реалізація верстата. Тому перед початком виготовлення промислового зразка верстата доцільно проводити випробування та порівняння дослідних зразків (макетів). Це дає уявлення про вплив багатьох факторів на якість оброблення деталей і в тому числі допомагає виявити раціональні геометричні параметри компоновання верстата, що є особливо важливим під час створення верстатів нового покоління на основі каркасних несучих систем і механізмів паралельної структури (МПС) [1]. Практика використання просторових механізмів на основі каркасних несучих систем у конструкціях металорізальних верстатів є відносно новим явищем, через що подібні конструкції не є достатньо вивченими і потребують проведення теоретичних та експериментальних досліджень. Враховуючи те, що застосування комп'ютерного моделювання стосовно подібних механізмів не завжди дає об'єктивні результати у зв'язку зі складністю конструкцій і алгоритмів керування МПС, тому проведення досліджень якості оброблення деталей на дослідних зразках є достатньо важливим етапом створення верстатів нового покоління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У межах наукової школи професора Ю.М. Кузнєцова останніми роками активно проводяться дослідження, спрямовані на вивчення можливості використання симетричних каркасних конструкцій як несучих систем верстатів, зокрема з МПС [1]. Такі дослідження мають на меті підвищення техніко-економічних показників сучасних металообробних верстатів завдяки зменшенню металоємності і збільшенню жорсткості верстата за рахунок використання каркасних несучих систем, а також підвищення швидкостей і прискорень руху виконавчого органу (ВО) за рахунок використання МПС.

Невирішені частини проблеми. Наявні теоретичні підходи не дозволяють адекватно, в умовах максимально наближених до реальних умов експлуатації, визначити вплив несучої системи й компоновання верстата у цілому на якість оброблення деталей. Тому, як варіант вирішення цього завдання, запропоновано здійснювати оцінювання впливу компоновання верстата на якість оброблення деталей за допомогою малогабаритних (настільних) верстатів, у конструкції яких закладені запропоновані підходи.

Метою дослідження є виявлення впливу компоновання верстата на якість оброблення. Для цього було проведено порівняння трьох конструкцій верстатів: пірамідального тригранного компоновання з МПС (рис. 1, а), пірамідального чотиригранного компоновання без МПС (рис. 1, б) і традиційного консольного компоновання (рис. 1, в).

Виклад основного матеріалу. Для порівняльного оцінювання якості оброблення на верстатах різних компоновань здійснено вимірювання серії зразків деталей з геометричною формою двох типів: циліндричною та квадратною. Досліджені зразки були виготовлені з двох різних матеріалів: алюмінієвого сплаву марки АМг2 та капролону марки А.

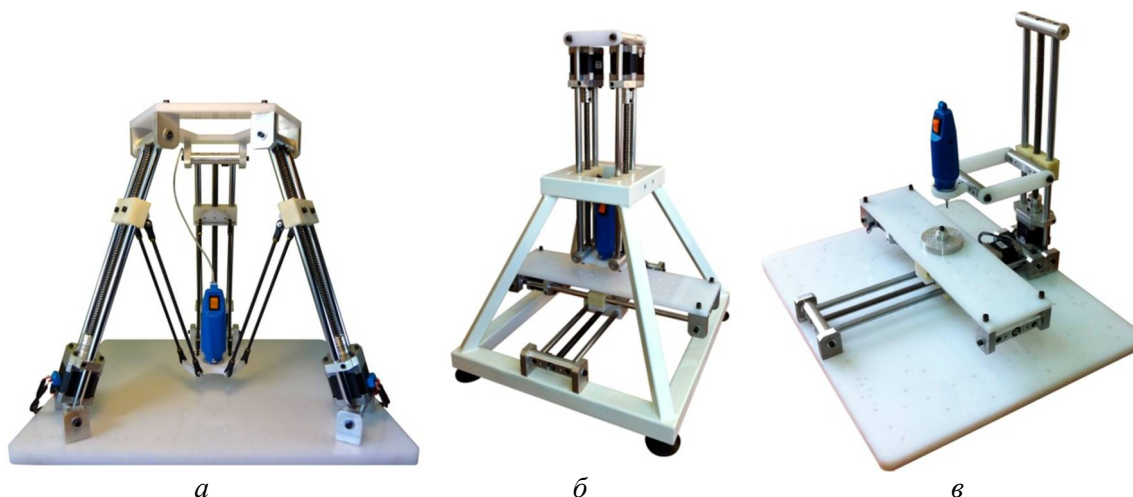


Рис. 1. Компонування верстатів, на яких було здійснено оброблення деталей:

а – тригранне пірамідальне компонування з МПС [2]; б – чотиригранне пірамідальне компонування без МПС [3]; в – традиційне – консольне компонування верстата

На рис. 2, а зображені креслення виготовлених зразків деталей, де 1 – шар металу, який видалявся під час оброблення на досліджуваних верстатах, 2 – поверхня деталі, за якою здійснювалося оцінювання якості завдяки вимірюванню. Отвір 3 призначений для закріплення деталей на верстаті.

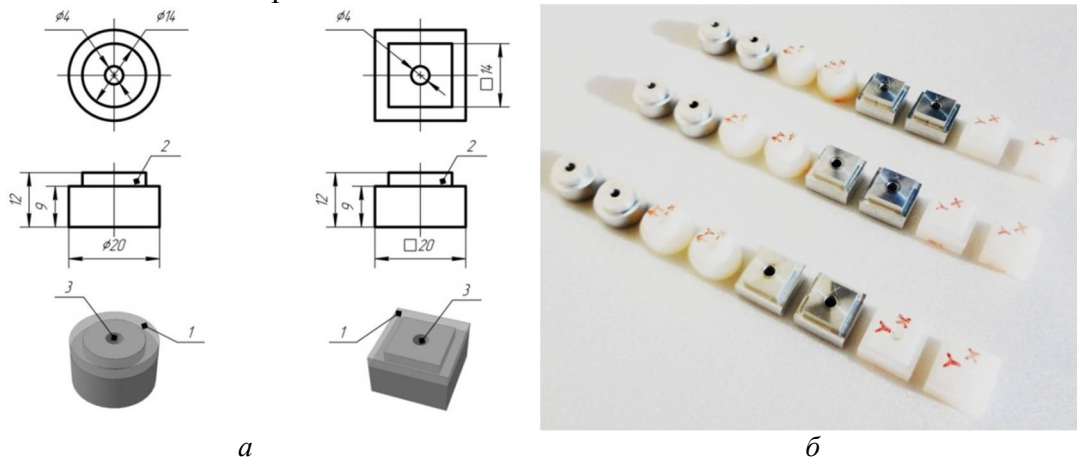


Рис. 2. Зразки деталей, що оброблялися: а – креслення; б – оброблені зразки

Оброблення дослідних поверхонь деталей відбувалося за такими режимами різання: подача – 30 мм/хв, заглиблення – 0,1 мм/прохід, швидкість обертання шпинделя – 10000 хв⁻¹. Різальний інструмент – кінцева двопера фреза діаметром 3 мм, матеріал інструменту – Р6М5. Режими оброблення та інструмент на всіх верстатах були однакові.

Процес оброблення в усіх трьох випадках здійснювався в однакових умовах без використання змащувально-охолоджуючих засобів. Готові оброблені зразки дослідних деталей зображені на рис. 2. Деталі пронумеровані згідно з почерговістю вимірювання.

Оцінювання якості зразків деталей здійснювалося за показниками відхилення від заданої форми поверхні. Серію круглих зразків було поміряно на предмет відхилення від круглості, серія квадратних зразків вимірювалася на предмет відхилення від прямолінійності поверхні.

Для вимірювання зазначених показників було використано кругломір моделі 298 та профілометр моделі 296 [4].

Принцип процесу вимірювання зразків на кругломірі зазначеної моделі (рис. 3, а) полягає в тому, що дослідна деталь закріплюється на рухомій платформі, що прецизійно

обертається навколо своєї осі відносно нерухомого щупа, який фіксує профіль поверхні деталі.

Принцип процесу вимірювання зразків на профілометрі (рис. 3, б) полягає в тому, що деталь встановлюється на рухому платформу, яка прецизійно лінійно рухається відносно щупа, який фіксує характеристики профілю поверхні зразка.

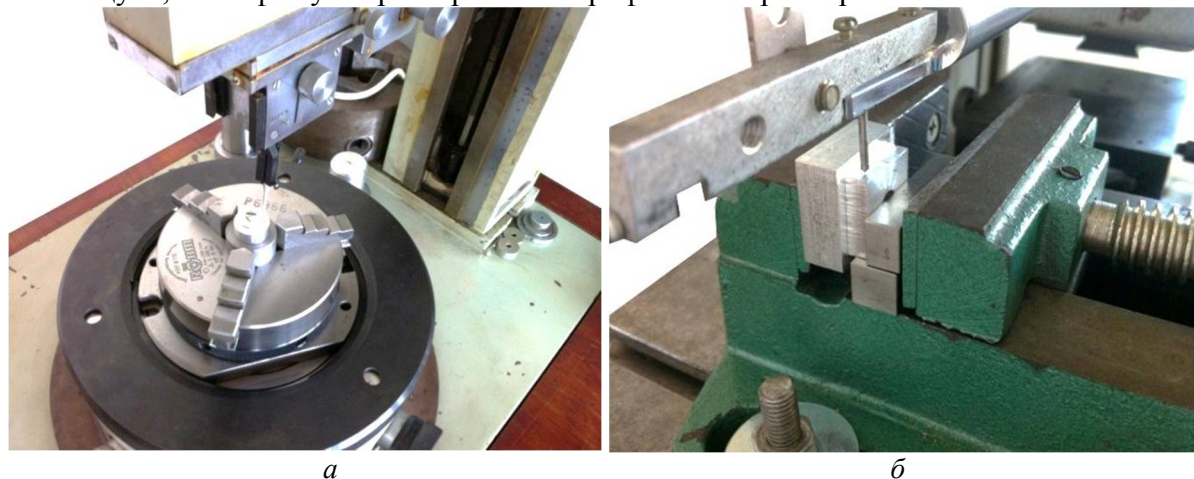


Рис. 3. Процес вимірювання оброблених деталей: а – на кругломірі; б – на профілометрі

Процес вимірювання зразків на кругломірі мод. 298 виконувався в такій послідовності: контроль параметрів вимірювальної деталі (габаритних розмірів); підготовка приладу до вимірювань, яка включає проведення калібрування приладу, центрування деталі, нівелювання осі деталі до осі шпинделя приладу; проведення вимірювань; оброблення результатів вимірювань.

Калібрування приладу відбувалось із застосуванням спеціальних установочних мір, які дозволяють встановити прецизійний шпиндель приладу з мінімальним відхиленням відносно його осі, а також отримати масштабні коефіцієнти. Далі проводилось настроювання із встановленим зразком деталі, а саме: центрування та нівелювання осі опорної поверхні деталі з метою суміщення осей опорної поверхні деталі і шпинделя приладу. Вимірювання зразків круглої форми відбувалося у два проходи на відстані 1 мм один від одного.

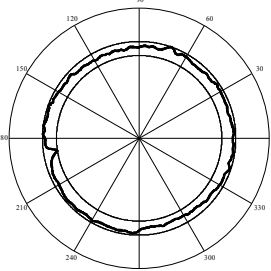
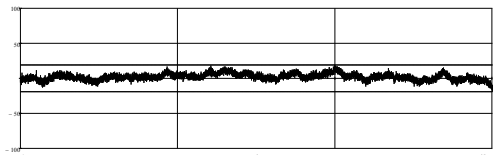
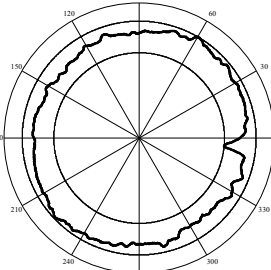
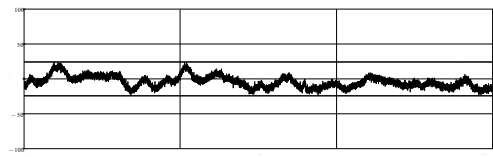
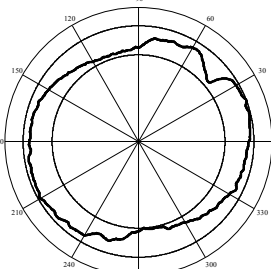
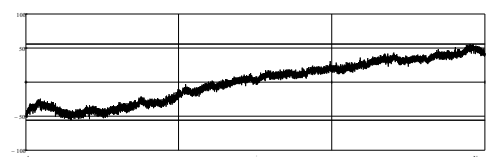
Процес вимірювання профілю на профілометрі мод. 296 проводився в декілька етапів. Спочатку було проведено тарування величини вертикальних та горизонтальних переміщень алмазної головки, тобто визначення масштабних коефіцієнтів за осями. Тарування вертикальних переміщень проводилось на всьому вимірюваному діапазоні за набором плоско-паралельних кінцевих мір довжини. Тарування горизонтальних переміщень проводилось на всій вимірюваній довжині переміщення датчика за допомогою еталонної міри шорсткості з регулярним мікропрофілем. Після цього проводилось вимірювання профілю, результати якого, за допомогою масштабних коефіцієнтів, були приведені до метричної системи координат деталі [4].

У результаті цифрового оброблення даних АЦП кругломіра та профілометра отримано круглограми та профілограми вимірюваних деталей. Типові зразки круглограм і профілограм наведені в табл. Для верстата кожного компонування отримано 8 круглограм (для кожної деталі було проведено два вимірювання у різних перерізах), а також 16 профілограм для квадратних деталей (для кожної деталі по 4 профілограми). Загалом отримано 24 вимірювання для кожного компонування верстата.

Для порівняння результатів вимірювань було визначено максимальну величину амплітуди мікронерівностей профілю кожної деталі.

Таблиця

Типові зразки круглограм та профілограм виміряних деталей

Верстат	Круглограма циліндричної деталі (матеріал – алюміній)	Профілограма квадратної деталі (матеріал – алюміній)
Консольного компонування		
Пірамідального компонування		
Пірамідального компонування з МПС		

У процесі порівняння трьох компонувань верстатів було підраховано середньоарифметичну величину амплітуди мікронерівностей для кожної групи деталей (за матеріалом і формою поверхні) і побудовано порівняльну гістограму (рис. 4).

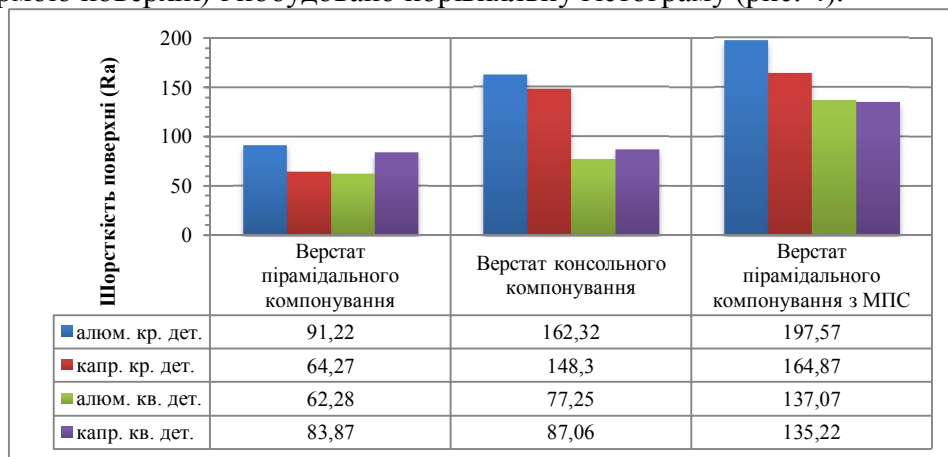


Рис. 4. Порівняльна гістограма величини шорсткості (Ra) для трьох компонувань верстатів залежно від матеріалу та форми деталей

Для циліндричних деталей максимальна величина амплітуди мікронерівностей становить різницю між дотично вписаним у круглограму колом (R_{min}) та дотично описаним навколо круглограми колом (R_{max}), які принаймні в одній точці збігаються з профілем круглограми.

Для квадратних деталей максимальна величина амплітуди мікронерівностей становить відстань h між лініями l_1 і l_2 , перпендикулярними до осі деталі, які проведені дотично до нижньої і верхньої границь профілограми та принаймні в одній точці збігаються з профілем профілограми.

З гістограми видно розподіл величини амплітуди мікронерівностей між трьома різними компонуваннями верстатів при однакових умовах та режимах оброблення деталей. Таким чином, очевидно, що шорсткість оброблення деталей на верстаті пірамідального компонування без МПС у 1,5 рази нижча, ніж на верстаті консольного компонування, і в 2 рази нижча, ніж на верстаті пірамідального компонування з МПС.

Висновки. Експериментальні дослідження впливу компонування верстата на шорсткість оброблення деталей дозволили визначити, що шорсткість оброблення на верстаті пірамідального компонування без МПС у 1,5 рази нижча, ніж на верстаті консольного компонування, і в 2 рази нижча, ніж на верстаті пірамідального компонування з МПС.

Отримані результати досліджень дають уявлення про вплив компонування верстата на якість оброблення деталей і дозволяють зробити раціональний вибір компонувальних особливостей верстата на етапі виготовлення дослідного зразка. Таким чином визначено, що кращі показники якості оброблення деталей має верстат на основі несучої системи у вигляді чотиригранної піраміди з мотор-шпинделем при вершині та хрестовим супортом в основі.

Список використаних джерел

1. Кузнецов Ю. Н. Компонировки станков с механизмами параллельной структуры / Ю. Н. Кузнецов, Д. А. Дмитриев, Г. Е. Диневич. – Херсон, 2010. – 471 с.
2. Патент України на винахід № 86533, МПК В23Q 1/00 В23В 39/00. Багатокоординатний свердлильно-фрезерний верстат / Ю. М. Кузнецов, Д. О. Дмитрієв, Г. Ю. Діневич ; заявник і власник НТУУ «КПІ». – № а200714710 ; заявл. 25.12.2007 ; опубл. 27.04.2009, Бюл. № 8.
3. Патент України на корисну модель № 64422, МПК В23В 35/00 В23В 39/00 В23Q 1/00. Багатокоординатний свердлильно-фрезерний верстат / Ю. М. Кузнецов, В. Б. Фіранський, О. О. Степаненко ; заявник і власник НТУУ «КПІ». – № u201103750 ; заявл. 28.03.2011 ; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.
4. Федориненко Д. Ю. Методика дослідження параметрів точності регульованої гідростатичної втулки шпиндельного підшипника / Д. Ю. Федориненко, О. А. Плівак, С. В. Майданюк // Вісник ЧДТУ. Серія «Технічні науки». – 2012. – № 3 (59). – С. 87–93.

УДК 621.893

Р.С. Пугач, аспірант

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ЦЕЛЮ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКИХ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Р.С. Пугач, аспірант

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна

МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ ВИСОКИХ ТРИБОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Ruslan Pugach, PhD student

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

MODIFICATION OF MACHINE ELEMENTS SURFACE FOR OBTAINING HIGH TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS

Проведено дослідження образців из сталі 40Х после поверхностно пластической деформации с одновременным внесением в зону деформации геомодификатора трения «ГЕОМ». Полученные результаты интегрированной технологии обработки рабочих поверхностей свидетельствуют о повышении износостойкости деталей в 2,5–3 раза.

Ключевые слова: геомодификатор трения, износостойкая пленка, износостойкость, поверхностная пластическая деформация, шероховатость.